

METHOD AND DEVICE FOR ABLATION WORKING OF THIN FILM

特許公報番号 JP2002160079

公報発行日 2002-06-04

発明者: FUJITA MASAYUKI; YOSHIKADO AKIRA

出願人 LASER GIJUTSU SOGO KENKYUSHO; TOYO SEIMITSU KOGYO KK

分類:

一国際: **B23K26/00; H01J9/02; H01L21/302; H01S3/00; H05K3/08; B23K101/42; B23K26/00; H01J9/02; H01L21/02; H01S3/00; H05K3/02; H01J9/02; H05K3/02; (IPC1-7): H01J9/02; H05K3/08; B23K26/00; H01L21/302; H01S3/00; B23K101/42**

一欧州:

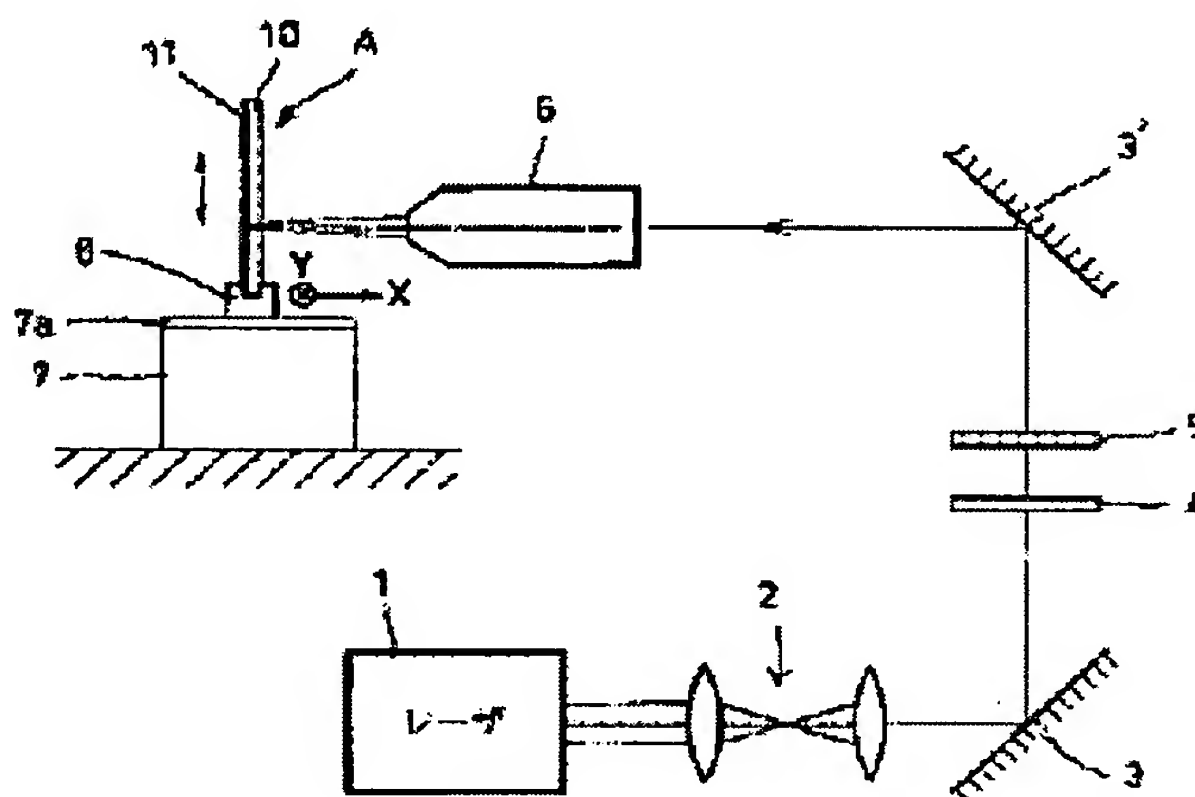
出願番号 JP20000364983 20001130

優先権主張番号: JP20000364983 20001130

ここにデータエラーを報告してください

要約 JP2002160079

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize high-precision ablation working which utilizes for band gap difference between a transparent substrate and a thin film by multiple photon absorption by eliminating interference of fine particles of the thin film which transpires when the ablation working of the thin film is applied by irradiating an ultrashort pulse laser beam with the laser beam. SOLUTION: The laser beam from an ultrashort pulse laser 1 is transmitted to a work A wherein a thin film 11 is formed on a transparent substrate 10 supported on a supporting stage 7 for forming a pattern in order to permeate the transparent substrate 10 from the back face of the thin film 11 and irradiate the ultrashort pulse laser beam. At least a condensing lens 6 of an irradiating optical system is arranged on the back face, and the ablation working is applied to the thin film with high accuracy by irradiating the laser beam which is suitable for the ablation working of the thin film 11.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-160079

(P2002-160079A)

(43) 公開日 平成14年6月4日(2002.6.4)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマト* (参考)

B 2 3 K 26/00

B 2 3 K 26/00

H 4 E 0 6 8

H 0 1 L 21/302

H 0 1 S 3/00

B 5 C 0 2 7

H 0 1 S 3/00

H 0 1 J 9/02

F 5 E 3 3 9

// H 0 1 J 9/02

H 0 5 K 3/08

D 5 F 0 0 4

H 0 5 K 3/08

B 2 3 K 101: 42

5 F 0 7 2

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2000-364983(P2000-364983)

(22) 出願日

平成12年11月30日(2000.11.30)

(71) 出願人 591114803

財団法人レーザー技術総合研究所

大阪府大阪市西区靱本町1丁目8番4号

大阪科学技術センタービル内

(71) 出願人 591034028

東洋精密工業株式会社

奈良県橿原市新堂町376-1

(72) 発明者 藤田 雅之

大阪市西区靱本町1丁目8番4号 財団法人

レーザー技術総合研究所内

(74) 代理人 100074206

弁理士 鎌田 文二 (外2名)

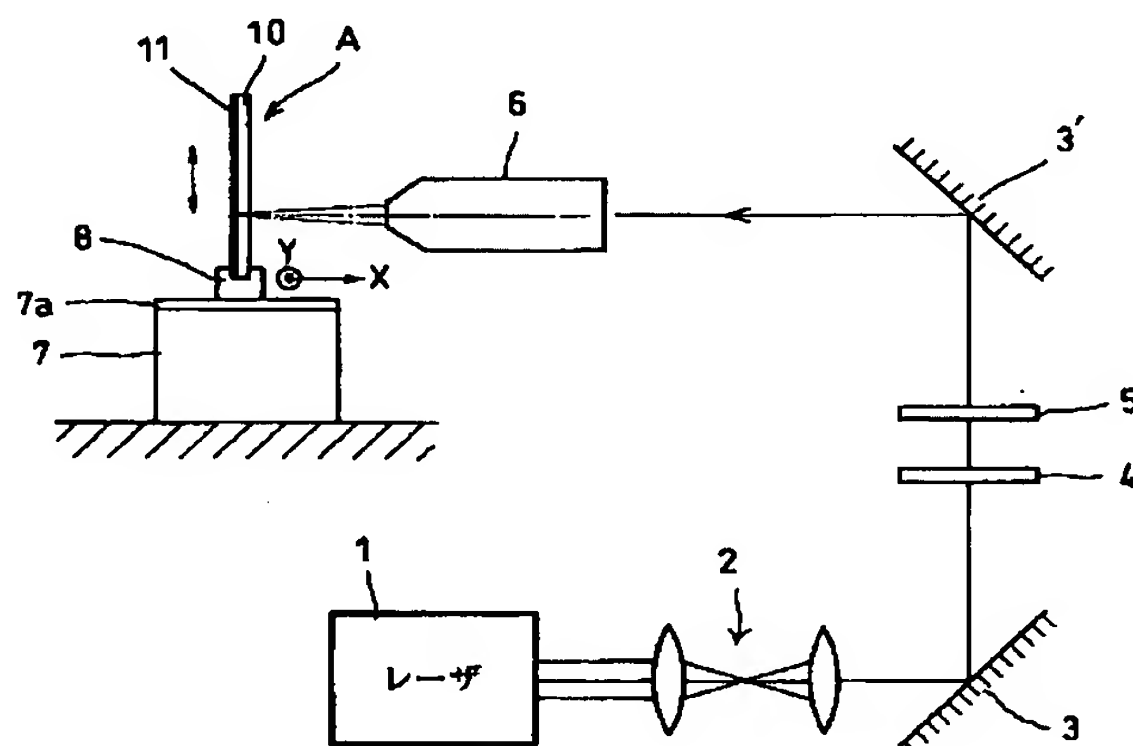
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜アブレーション加工方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 超短パルスレーザー光の照射による薄膜のアブレーション加工の際に蒸散する薄膜の微粒子によるレーザー光への妨げをなくし、多光子吸収により透明基板と薄膜のバンドギャップ差を利用した高精度のアブレーション加工を実現する。

【解決手段】 パターン加工を施すため支持ステージ7上に支持された透明基板10上に薄膜11を成膜した被対象物Aに対し、薄膜11の背面から基板10を透過させて超短パルスレーザー光を照射するため、超短パルスレーザー1からのレーザー光を伝送、照射する光学系のうち少なくとも集光レンズ6を背面に配置し、薄膜11をアブレーション加工するのに適したレーザー光を照射して薄膜を高精度でアブレーション加工する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板上に成膜された薄膜に対し、この薄膜をアブレーション加工する超短パルスでかつ薄膜に選択的に吸収される波長のレーザ光を基板側から入射させ、基板を透過したレーザ光を薄膜に照射して照射部分をアブレーション加工する薄膜アブレーション加工方法。

【請求項2】 薄膜をアブレーション加工する超短パルスレーザ光を発生する超短パルスでかつ薄膜に選択的に吸収される波長のレーザと、その超短パルスレーザ光を薄膜に対し伝送、照射する光学系と、薄膜を成膜された透明基板を支持する支持ステージとを備え、上記光学系のうち少なくともレーザ光を薄膜に集光、照射する光学部材を透明基板側に配置し、レーザ光を透明基板側から薄膜に照射し、所定パターンのアブレーション加工を施すように構成した薄膜アブレーション加工装置。

【請求項3】 前記超短パルスレーザがフェムト秒パルス幅のレーザ光を発生するレーザであることを特徴とする請求項2に記載の薄膜アブレーション加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ガラス基板などの透明基板上に成膜された薄膜を所定形状にレーザ光によりアブレーション加工する薄膜アブレーション加工方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置、プラズマディスプレイ、EL素子、太陽電池、タッチパネル、ヒータガラスなどの分野では、その回路基板等としてガラスなどの透明基板上にITO (Indium Tin Oxide) などの透明の電極薄膜が成膜されて用いられる。このような基板上に成膜された薄膜を所定形状にパターンニング加工する場合、量産性、品質、コスト面の観点からホトリソグラフィを用いたウェットエッチング法により行なわれるのが現状では一般的である。

【0003】上記ウェットエッチング法は、周知のように、基板上に酸化膜等の薄膜を付着させて表面を洗浄し、その上にホトレジストを塗って乾燥した後マスクを重ね、紫外線等の光を照射して感光させ、感光して硬化した部分を除き現像液で現像し洗浄するとレジストが除去され、レジストが除去された部分の酸化膜等の薄膜を溶液で溶かした後別の溶液でレジストを取り除き洗浄し、このような工程を複数回繰り返して基板上に所定形状のパターンニングをするものである。

【0004】従って、ウェットエッチング法は多数の工程を必用とし、多くの労力と時間、及び多大なコストがかかる。その上、薬液や洗浄などに多量の水が使用されるため、水資源の濫用と廃水による環境汚染などの問題が指摘されている。このため、薬液や洗浄工程を必用としないドライエッチング法などが提案されている。ドラ

イエッチング法の1つとしてレーザによる薄膜の除去加工法によりパターンニングする処理法が一部で行なわれている。この方法では基板上に積層される薄膜の各層毎にレーザ光を照射して、薄膜の不要部分をアブレーションにより除去し回転パターンを形成する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、ドライエッチング法は作業の高速化、ケミカルフリーの観点ではともかくとして、量産性、品質、コスト面を含む総合的な評価としてはなおウェットエッチング法を上回るには至っていない。特に、レーザビームを薄膜に照射してアブレーションによる除去加工をする方法では、使用するレーザのパルス巾が長く、熱の発生による変質が生じることがある。

【0006】又、アブレーションで飛散する微粒子（デブリス）が入射するレーザビームの進行方向と逆方向に進むため、微粒子がレーザビームに衝突してレーザ光の散乱が生じレーザビームの形状が変形し、このためパターンニングの加工形状が直線的でなくなり、加工精度が低下する。さらに、飛散粒子のワークへの再付着が生じたり、飛散粒子がレーザ光を射出するホルダの集光レンズを汚染し、ホルダを取り替える必用が生じたりする。

【0007】この発明は、上記の問題点に留意して、レーザ光の照射での熱影響による変質、変形を最小限に抑制し、アブレーションにより飛散する微粒子によるレーザ光の散乱や衝突の機会を少なくして精度の高い加工形状の薄膜加工ができ、かつ飛散粒子のワークへの再付着とレンズやミラーなどの光学系に対する付着を防止できる薄膜加工方法及び装置を提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記の課題を解決する手段として、透明基板上に成膜された薄膜に対し、この薄膜をアブレーション加工する超短パルスでかつ薄膜に選択的に吸収される波長のレーザ光を基板側から入射させ、基板を透過したレーザ光を薄膜に照射して照射部分をアブレーション加工する薄膜アブレーション加工方法としたのである。

【0009】又、上記方法を実施する装置として、薄膜をアブレーション加工する超短パルスレーザ光を発生する超短パルスでかつ薄膜に選択的に吸収される波長のレーザと、その超短パルスレーザ光を薄膜に対し伝送、照射する光学系と、薄膜を成膜された透明基板を支持する支持ステージとを備え、上記光学系のうち少なくともレーザ光を薄膜に集光、照射する光学部材を透明基板側に配置し、レーザ光を透明基板側から薄膜に照射し、所定パターンのアブレーション加工を施すように構成した薄膜アブレーション加工装置を採用することもできる。

【0010】上記の薄膜アブレーション加工方法及び装置では、超短パルスレーザで発生した超短パルスレーザ光を被対象物の薄膜に対して背面方向からの照射法によ

10

20

30

40

50

り照射して所定パターン形状のアブレーション加工を実施する。この場合、基板はレーザ光の吸収のない透明基板でなければならず、レーザ光を透過して薄膜へ選択的に照射される。

【0011】薄膜への選択的な吸収は、レーザ光の波長と強度を所定の帯域内で選定することにより可能である。ガラスなどの透明基板のバンドギャップは、ITOや金属などの薄膜材料より一般に大きく、低いエネルギー（長波長）で薄膜材料は光の吸収が始まるため、薄膜では吸収され透明基板では透過される波長及びパルス幅とすることにより基板には影響を及ぼさないようにする。

【0012】又、薄膜に対しアブレーション加工を行なうためには、光の吸収により材料物質に電子励起状態を生起するだけでなく、直接物質を蒸散させるため、照射されるレーザ光のパルス幅を少なくともピコ秒以下に短い超短パルス幅として、1パルス当たりのレーザ光のエネルギーが集中する必要がある。このような超短パルス幅のレーザ光とすることにより多光子吸収が起こり、アブレーション加工によるエッジの加工状態がシャープなエッジとなる。このような背面照射と超短パルスレーザ光によるアブレーション加工とにより薄膜のパターン加工形状がきれいで、高精度な仕上げ状態となる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施形態について図面を参照して説明する。図1は実施形態の薄膜アブレーション加工装置の概略構成図である。図示の超短パルスレーザ1は、レーザ媒質であるチタンサファイア結晶を発振材料として、波長800nm、パルス幅130fs（フェムト秒）、1パルス当たりのエネルギー0.53〜1mJ、繰り返し周波数は1KHzの超短パルスレーザ光を発生するレーザが用いられている。この超短パルスレーザ1で発生したレーザ光は、径4mmのビームをレンズユニット2で径を調整し、反射ミラー3、3'で方向を変え、途中アテネータ4でレーザパワーを調整し、シャッタ5を通過して集光レンズ6により被対象物Aに焦点を合わせて集光、照射させる。上記レンズユニット2から集光レンズ6までが光学系を成している。

【0014】所定位置に設置されたステージ7上のテーブル7a上には支持手段8を介して被対象物Aが着脱自在に保持されており、テーブル7aは図示しない駆動手段により水平なX-Y方向、及び上下方向に移動自在であり、テーブル7aを上下方向及び水平方向に移動させることにより被対象物Aにパターン加工を施すことができる。被対象物Aは、図2に示すように、透明基板10に薄膜11が成膜されたものである。この場合、被対象物Aに対して上記光学系のうち少なくとも集光レンズ6は、透明基板10側から薄膜11を照射するように配置されている。即ち、従来の加工装置ではレーザ光を透明基板10と反対側の薄膜11側から照射するのが原則で

あるのに対し、この実施形態では薄膜11の背面から入射する背面入射法を採用している。

【0015】透明基板10は、純粹に透明であればよく、例えば透明ガラス基板又はPET（ポリエチレンテレフタレート）フィルムなどが用いられ、薄膜としてはITO（Indium Tin Oxide）透明電極の薄膜、あるいはCr等の金属薄膜が対象である。又、薄膜の成膜法としては、レーザCVD（Chemical Vapor deposition）法などの化学気相法、あるいはビームスパッタリング法、マグネトロンスパッタ法など薄膜を形成できればいずれの方法を用いてもよい。

【0016】なお、図示していないが、薄膜をアブレーション加工すると、気化した薄膜の微粒子（デブリス）が浮遊するため光学系と反対側の適宜位置に微粒子を吸収除去する吸引手段（クリーナ）を設けてある。

【0017】上記の配置、構成とした実施形態の加工装置ではフェムト秒の超短パルスレーザ光を被対象物Aの薄膜11に対し背面より照射してアブレーション加工により所定のパターン加工を実施する。レーザ光を薄膜11に対し背面照射するため、アブレーション加工により蒸散するITOや金属の薄膜の微粒子が周辺に浮遊するが、レーザ光が入射される背面側へ直ぐに移動することはないため、入射レーザ光に直接妨げとなることはなく、レーザ光が散乱したり、微粒子が被対象物Aに再付着することがないため、パターン加工に対し加工精度を低減することがなく、高精度できれいな加工形状、加工寸法の加工品が得られる。

【0018】背面照射により薄膜をアブレーション加工する場合、レーザ光は透明基板10を透過し、薄膜に対しては選択的に光の吸収を生じる必要がある。又、超短パルスのレーザ光でアブレーション加工をするための条件は、パルス幅が少なくともピコ秒以下の可能な限り短パルス幅であることと、加工対象物の光吸収特性がそのレーザ光の波長域及び強度である程度以上の大きさを有することである。

【0019】超短パルスレーザのパルス幅をフェムト秒より少しずつ長くすると薄膜に対するパルス時間当たりの熱伝導距離が長くなり、ピコ秒以上では周囲へ熱の拡散の影響が生じるため加工部のエッジが鋭い加工エッジの仕上げとならず、熱影響で加工残滓などが残るようになる。このため、光の照射領域のみへのエネルギーの集中を生じさせるためパルス幅は少なくともピコ秒以下に短くしなければアブレーション加工ができなくなり、フェムト秒程度とするのが最も好ましい。

【0020】一方、背面照射により加工される被対象物の光吸収特性として、基板はその材料の持つバンドギャップが被対象物の薄膜より大きい材料である必要がある。透明基板10として、例えばソーダガラスの場合バンドギャップは6〜8eV、薄膜11の例としてITO

透明電極又はCrなどの金属薄膜は4 eV又はそれ以下程度であり、バンドギャップに大きな差がある。バンドギャップが大きいということはそれだけその材料のエネルギー準位が大きく、光吸収係数も異なり、ITOや金属の薄膜ではガラスより低い光子エネルギー強度のレーザー光に対して光の吸収が始まる。

【0021】このため、ITOや金属の薄膜への光吸収に適合する波長と強度のレーザー光を使用すれば、透明基板10に対しては光吸収がなく透明基板10を透過して薄膜11に対してはアブレーション作用を及ぼすが透明基板10に対しては何ら影響がないこととなる。

【0022】

【実施例】以下では、透明基板10、薄膜11について上記特定の材料を組み合わせる実施形態の加工装置によりパターン加工を実施した例について説明する。

【0023】被対象物A₁

マグネトロンスパッタ法によりITO薄膜11をガラス基板10上に成膜して被対象物A₁を作成した。これに照射されるレーザー光は、ビーム径200 μm、エネルギー密度1 J/cm²として調整された上記超短パルスレーザー1のレーザー光を使用した。ガラス基板10の厚みは0.7 mm、ITO薄膜の厚みは1500~1900オングストロームである。テーブル7aは20 mm/minの速度で上下方向、Y方向に任意に動かして薄膜表面上に溝12を切り出して図2に示すようなパターン加工を行なった。加工形状は、図3の(a)図に示すような極めて直線的なエッジの溝12の加工形状が得られた。図示の例は、レーザービームの幅で直線加工したものの一部を拡大して示したものである。

【0024】これに対し、比較例として従来と同様に薄膜11に対して正面から上記と同じ条件の超短パルスレーザー光を照射して直線加工した形状は、図3の(b)図に示すようにエッジの仕上げ状態がノコギリ歯状に乱れ、極めて加工精度が悪い仕上げのものとなった。

【0025】被対象物A₂

透明基板としてPETフィルムを使用し、A₁と同じ方法でこの基板上にITO薄膜を成膜して被対象物A₂を作成した。PET厚み188 μm、ITO厚み1000オングストローム(0.1 μm)である。レーザー光の照射条件はA₁の場合と同じである。この場合の加工仕上*

*げ状態はA₁のときと同じであり、比較例としての正面側照射による加工仕上げもA₁の場合と同じく加工エッジが乱れ、加工精度が悪いものしか得られなかった。

【0026】被対象物A₃

ガラス基板10上にCr金属の薄膜11を真空蒸着法により成膜して被対象物A₃を作成した。ガラス厚み3 mm、金属薄膜厚み1000オングストローム(0.1 μm)である。レーザー光の照射条件はA₁と同じである。この例でも、加工仕上げ状態はA₁と同じであり、比較例の仕上げ加工状態はA₁の場合と同じく加工エッジが乱れ、加工精度が悪かった。

【0027】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、この発明の薄膜アブレーション加工方法及び装置では透明基板を透過し薄膜に選択的に吸収される波長でかつ超短パルス幅のレーザー光を基板上に成膜された薄膜に対し基板側から入射させて薄膜をアブレーション加工するようにしたから、従来のように薄膜に対しレーザー光を正面から直線照射した場合にアブレーション加工により蒸散する微粒子による影響でレーザー光が散乱したり、微粒子が再付着したりすることがなく、薄膜に対するパターン加工の形状がきれいで、高精度な加工状態が得られるという利点を得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態の溝膜アブレーション加工装置の概略構成図

【図2】被対象物の構成、加工形状の説明図

【図3】仕上げ加工の説明図

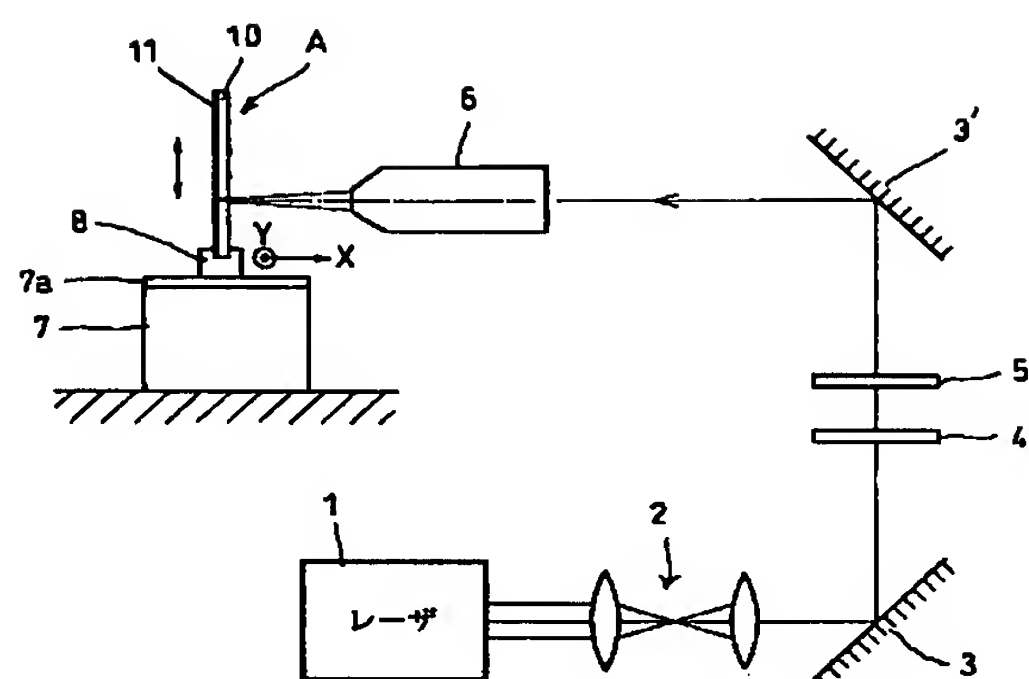
【符号の説明】

- 1 超短パルスレーザー
- 2 レンズユニット
- 3、3' 反射ミラー
- 4 シャッター
- 5 アテネータ
- 6 集光レンズ
- 7 支持ステージ
- 7a テーブル
- 8 支持部材
- 10 透明基板
- 11 薄膜
- A 被対象物

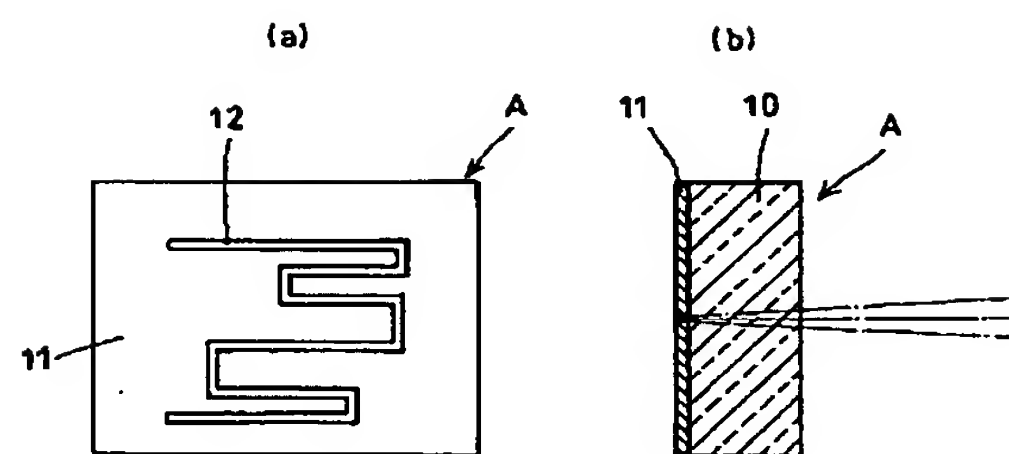
【図3】



【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷
B 2 3 K 101:42

識別記号

F I
H O 1 L 21/302

テーマコード(参考)
Z

(72)発明者 吉門 章
奈良県橿原市新堂町376-1 東洋精密工
業株式会社内

F ターム(参考) 4E068 AC00 CA03 CA11 DA11 DB10
DB13 DB14
5C027 AA01
5E339 AA01 AB02 AB05 BC01 BC05
BD03 BD05 BD11 BE05 DD03
5F004 AA05 BA20 BB03 CA05 DB13
EA38 EB02
5F072 AB20 RR01 SS08 YY06